

XIANSHI KONGZHI XITONG JISHU JICHU

显示控制系统 技术基础

王苏滨 张功方 张泽焕 汪红宇 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

显示控制系统技术基础

王苏滨 张功方 张泽焕 汪红宇 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

显示控制系统技术基础 / 王苏滨等编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2006.12

ISBN 7-115-15320-5

I. 显... II. 王... III. 显示设备—控制系统 IV. TN.873

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 113861 号

显示控制系统技术基础

- ◆ 编 著 王苏滨 张功方 张泽焕 汪红宇
责任编辑 王晓明
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 850×1168 1/32
印张: 6.375
字数: 164 千字 2006 年 12 月第 1 版
印数: 1-3 500 册 2006 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-15320-5/TN · 2862

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

内 容 提 要

显示控制系统已经逐渐成为调度控制中心内的标准基础设施。本书首先介绍了显示控制系统的概念，它在调度控制过程中的作用，它的组成、主要功能以及对它性能的一般性要求。然后介绍了控制系统设计中的形式化方法、设备的自组织方法；介绍了显示系统的光度学、色度学基础和显示设备的主要光度、色度指标的测量方法；介绍了音响系统的声学基础知识，这有助于理解扩声系统的设计过程、设备的选择与使用；介绍了视频技术基础，包括常用的视频接口与视频信号的形成原理以及通过网络对数字视频信息资源的组织；最后介绍了关于显示控制系统安装的电磁环境、供电环境、声学环境与照明环境的要求和有关的国家标准的规定。

本书可作为显示控制系统相关技术领域研究开发人员、技术人员和系统管理人员的参考用书。

序 言

这是一本关于显示控制系统方面的技术图书，也是我读到的第一本关于调度控制中心显示控制系统的书。本书作者经过十多年的研究与探索，定义了显示控制系统的概念，确定了它的结构，开发了软硬件，制定了有关的标准，并推广安装到全国，使其发挥了重要作用。这是在调度控制领域中作出的创新和贡献。现在他们又编写了这本《显示控制系统技术基础》，对他们从事的显示控制技术研究与推广应用进行了总结。

这本书介绍了显示控制系统所涉及的多个技术领域，论述了相关领域的基本概念、技术基础、标准规范、测试方法、实施要求等多方面的内容，使科研人员、工程技术人员和系统管理人员都能从中获得系统的知识。相信这本书能够推动显示控制系统的应用，促进有关技术的发展。

我的朋友，本书第一作者王苏滨，1969年在黑龙江下乡，1970年底参军入伍，1977年考入大学，先后获得硕士和博士学位，并在英国伯明翰大学作过访问学者。从1987年至今，他一直从事有关的控制技术研究，获多项国家和有关部门的科技进步奖，享受国务院颁发的政府特殊津贴。他与同事们共同研制开发并推广了显示控制系统，主持制定了国家和部门有关的标准，同时在调度控制与计算技术多个领域进行了卓有成效的工作。

祝愿王苏滨和他的同事们取得更大的成绩，作出新的贡献。

姚 新

2006年8月

前 言

“风驰万里银屏绘，浪卷千层耳际迴。有意伸出无影手，随心拈取彩虹归”这是对显示控制系统的绝佳描述。

1993 年作者们为某工程项目研制了一套显示控制系统，在此后的几年中，该系统已安装应用于几十个项目中。由作者主持建设或参与建设的遍布全国各省市自治区的数百个项目，虽然经过多年的发展变化，但是显示控制系统领域的一些基本的技术依然有效。例如，关于控制系统设计中的形式化方法，到目前为止，至少有两个获科技进步奖的项目使用了这个方法。在工程设计、工程建设和测试的时候，经常会涉及一些基本的概念、参数、计量单位。这些概念及其相互关系是有关的技术人员需要了解或掌握的。现在显示控制系统已经逐渐成为各种各类指挥控制中心内标准的基础设施，它在指挥控制过程中的作用已无可替代。离开显示控制系统，指挥控制人员就将成为“盲人”，就会失去控制能力：在信息化迅速发展的今天，任何指挥控制都必须掌握信息的主动权，而信息都将以视、音频的形式提供给指挥控制人员；大量的高速运行的设备使得人工操作成为辅助的备用的手段，人们必须靠控制系统高效迅速准确地实施控制、实现各种设备的功能、充分发挥它们的作用。作者根据多年在显示控制领域的工程建设经验、部分科研成果和相关基础知识撰写了本书，以期有助于读者理解在显示控制系统建设中可能遇到的概念、设计要求的原因、测量计量单位与方法以及安装环境要求等方面的有关知识，掌握解决问题的方法。

本书内容分为 8 章：

第 1 章介绍了显示控制系统的概念，它在指挥控制过程中的作用，它的组成、主要功能以及对它性能的一般性要求；

第2章介绍了作者在显示控制系统的设计开发中的一些研究成果和体会,包括控制系统设计中的形式化方法、设备的自组织方法、演化硬件用于设备的控制与自组织以及分布式的指挥控制中心概念;

第3章介绍了显示系统的光度学基础知识,通过对概念、了解测量所常用的物理学单位和测量方法的介绍,使读者能够理解光学单位间相互换算的关系和显示设备的主要光度学指标;

第4章介绍了显示系统的色度学基础知识,包括颜色的概念、常用的色度系统、显示设备的色度测量方法,这些基础知识不仅用于显示设备颜色的再现与测量,而且用于照明环境的测量;

第5章介绍了音响系统的声学基础知识,包括常用的名词、单位,主要的技术指标,这些知识有助于理解扩声系统的设计过程、设备的选择与使用;

第6章介绍了视、音频的基础知识,包括常用的视频接口与视频信号的形成原理,以及通过广域网传输数字视频的应用模式;

第7章是关于显示控制系统安装的电磁环境与供电环境的要求,介绍了有关的基本概念、单位的换算、主要的参数以及有关标准中对电磁环境与供电环境的要求;

第8章是关于显示控制系统安装的声学环境与照明环境的要求,介绍了有关标准对它们的规定。

本书内容实际上是由显示控制系统相关技术基础知识和与显示控制系统建设有关的国家标准中的规定组成的。

由于显示控制系统涉及的领域很广泛,本书并没有试图覆盖各技术领域的内容,只是希望通过介绍相关的基础知识、基本概念,起到抛砖引玉的作用。例如,显示系统与音响系统不仅涉及物理的方面,而且更紧密地联系着生理的与心理的方面。如何通过图像图形的显示形成“临场感”,以及如何测试与评价,都涉及人的生理与心理因素。即使谈到测量,书中都是只提到客观测量方法,而不提主观测量方法。实际上主观测量是很重要的。书中谈到了显示设备

的色度测量，却没有讨论不同的显示设备在显示相同的图像时人们对图像的感觉会有不同，而这却可能表示了显示设备的质量差异。音响系统也是与生理、心理因素密切相关的。仅仅测量扩声系统的物理指标是不够的，对语言的理解也可能由于听音效果的差异而导致差异。另外，对控制系统和数字视频的应用技术也没有具体深入说明，而这正是作者的两个主要的研究领域，有兴趣的读者可以进一步去了解和掌握。

本书是张功方、张泽焕、汪红宇和王苏滨长期合作、共同探讨完成的，由王苏滨执笔。

本书也是在作者的同事们长期合作与支持下完成的。在此向各级领导，向凌江雄、何志东、马建良、陈兴武、韩宇宏、孔伟军、杨晓光、高岚岚以及宋协洲、黄宇、秦燕等各位同事表示感谢。向冯占远、鲁中海、吴荣彬、逯征坤、杨志、王民政、翁泰来、孟津和魏明表示感谢。

在本书编写过程和科研及工程建设中，作者们参阅了大量同行们的文章、书籍以及国家有关标准，得到了来自朋友们的帮助和启发，在此一并鸣谢。

希望本书能为显示控制系统的建设、研究和应用起到积极的作用。同时诚请各位读者、各位同行、朋友们给予批评指正。

作 者
2006 年 7 月

目 录

第 1 章 显示控制系统的概念	1
1.1 什么是显示控制系统	1
1.2 显示控制系统的组成和功能	1
1.3 显示控制系统与信息系统各技术领域的关系	2
1.4 显示控制系统在指挥控制过程中的作用	4
1.5 对显示控制系统性能的一般性要求	5
1.6 显示控制系统与显示控制系统结构	7
第 2 章 控制系统相关基础	9
2.1 显示控制系统中的控制系统与自动控制系统的关系	9
2.2 控制系统设计中的形式化方法	10
2.3 虚拟设备的实现	11
2.4 形式化方法用于系统重构、设备选择与操作自主 完成	13
2.5 设备自组织方法的举例说明	16
2.6 需要优化的情况下实现设备的自组织	19
2.7 演化硬件用于设备控制和自组织的实现方法	22
2.8 实现容错保证系统高可靠性的措施	25
2.9 加强系统生存性技术与分布式控制中心	27
第 3 章 显示系统的光度学基础	31
3.1 什么是显示系统	31
3.2 测试显示设备指标的光度学参数与单位	32
3.3 光谱光视效率	34
3.4 光度量中各种单位之间的关系	38
3.5 利用单位间的换算关系测试显示设备主要的光度学 指标	40

3.6	反射表面的亮度与照度的关系	45
3.7	透射投影屏幕的亮度与照度的关系	47
第4章	显示系统的色度学基础	49
4.1	颜色的基本特性	49
4.2	常用的色度系统分类	52
4.3	XYZ 色度系统	63
4.4	测量显示设备的色度坐标	71
4.5	测试显示设备颜色的均匀性	77
4.6	色温对显示设备的颜色显示的影响	80
第5章	音响系统的声学基础	84
5.1	常用的声学基本参量	84
5.2	与听觉感受有关的单位	87
5.3	噪声评价	91
5.4	对扩声系统声学特性指标的规定	94
5.5	对声音进行叠加和分解的运算	103
5.6	测量语言可懂度	105
5.7	常见的电声参数	110
第6章	视频技术基础	119
6.1	常见的视频信号接口	119
6.2	视频信号的产生	125
6.3	伽玛校正	126
6.4	视频信号的同步	128
6.5	视频信号频谱的特点	134
6.6	视频信号的数字化	139
6.7	常用的数字视频的图像格式	140
6.8	视频信号传输的组织方法	144
第7章	显示控制系统安装的电磁与供电环境要求	147
7.1	显示控制系统安装环境要求的主要内容	147
7.2	什么是电磁环境	147

7.3 电磁环境的测量中常用分贝表示的单位之间的关系	148
7.4 对周边设备的电磁发射与敏感度要求	150
7.5 防静电危害的措施	157
7.6 关于屏蔽和核电磁脉冲防护加固	157
7.7 为什么要关注供电问题	159
7.8 市电电压可能存在的问题	160
7.9 UPS 的主要参数	161
7.10 接地系统的内容	164
第 8 章 显示控制系统安装的声学及照明环境要求	167
8.1 为什么要关注声学环境	167
8.2 关于混响时间的规定	168
8.3 混响时间的测量	170
8.4 显示控制系统安装环境对噪声的要求	171
8.5 关于照明环境的规定	172
8.6 评价显色性	174
8.7 限制眩光	178
8.8 关于环境的其他要求	181
参考文献	189

第1章 显示控制系统的概念

1.1 什么是显示控制系统

显示控制系统，是调度控制中心内设备的集成系统，也是调度控制中心内的人机界面。调度控制中心内的各种信息都将通过各种设备，以视频、音频的形式显示、播放，提供给各级调度控制人员。调度控制人员的决策以及各种相关信息也将通过各种设备实现处理、传递、转发。因此，调度控制中心内的人机界面并不是简单的个人操作一台计算机时的人机界面，它是调度控制中心向调度控制人员提供的信息处理功能的集中体现，是以视频、音频技术和设备控制技术为核心的集成化的支持指挥控制全过程的工作环境。

1.2 显示控制系统的组成和功能

根据有关的国家和行业标准的规定，显示控制系统由显示系统、视音频信号切换与监视系统、音响系统、控制系统和配套设备组成。

显示系统主要功能是显示计算机图形、图像、文字信息和各种视频信息。根据调度控制中心职能的差异和物理环境不同，在调度控制中心设计、建设中可以采用不同显示技术、不同显示方式实现系统的功能。

视音频信号切换与监视系统主要功能是对计算机信息、视频信号、音频信号进行同步和非同步选择切换输出到显示系统、音响系统及其他系统；它同时可对计算机信息、视音频信号的质量进行跟

踪预览监听。根据应用需求配置不同容量、不同组合的视音频信号切换与监视系统,并实现调度控制中心要素之间视音频信号的互通。

音响系统主要功能是完成对调度控制中心内部和外部的音源进行汇集、处理、分配和扩声。

控制系统主要功能是实现对受控设备(包括视音频切换器、宽带模拟切换器、大屏幕投影机、灯光控制器、音量控制器、录像机、录音卡座、电视以及其他需要控制的设备)的集中管理与控制。

配套设备的主要功能是:

- (1) 为调度控制中心提供所需要的各种视频、音频信号源;
- (2) 完成视频、音频信号的播放、存储、记录;
- (3) 为显示控制系统提供用电保障;
- (4) 提供其他所需要的功能。

1.3 显示控制系统与信息系统各技术领域的关系

显示控制系统是信息系统的一个重要组成部分。调度控制中心作为调度控制机构和场所,它的作用是不言而喻的。各种信息经过信息采集进入调度控制中心,通过对来自庞杂信息源的多媒体信息的处理,调度控制机关和相关单位对环境 and 计划形成全面了解,即对受控空间的感知。完整、实时的信息通过调度控制人员的决策过程转化为任务,并及时分发到各有关单位和人员,以掌握在受控空间的主动权。

信息系统技术可以分为 5 个子领域。

(1) 决策,这是调度控制过程的核心。作为信息系统技术的子领域,它支持实时的受控空间的可视化和态势评估,并可将联合任务计划、执行情况监督和受控空间公用画面结合起来。

(2) 建模与仿真技术,为制定持续的、具有预见性的计划提供手段,为支持其他技术的发展提供评估能力。

(3) 信息管理、确认与分发,为其他技术子领域提供必要的信

息基础设施和产品,实现对来自庞杂信息源的多媒体信息进行安全、智能、分布式使用。

(4) 无缝通信,通过实现公用传送协议和动态网络管理而覆盖全域,并且把各地的调度控制机构互相连接起来,能将正确的关键信息传送到任何需要的地方。

(5) 计算及软件技术,提供为取得信息优势所必需的核心技术和基础系统,包括高性能计算、智能处理、软件工具、信息的表示和互动技术。

这几个技术子领域的关系如图 1-1 所示。这个关系图不仅表示了这些技术子领域的相互关系,实际上也表示了在调度控制过程中信息流动的方向,以及各种技术在此过程中的位置。

图 1-1 中所示的虚线框用于表示显示控制系统在这个调度控制过程中的位置,也表示它所涉及到的技术子领域。

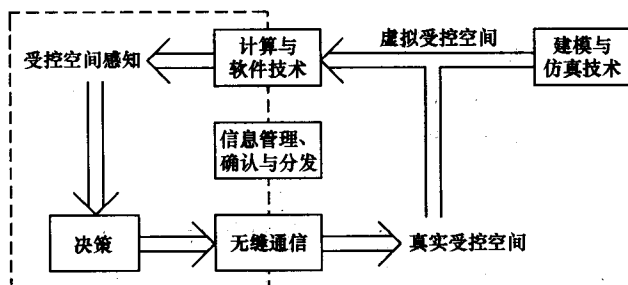


图 1-1 信息系统相关技术子领域的关系

(1) 显示控制技术需要计算技术和软件技术的支持。许多信息的处理,尤其是视频信息的处理,需要强大的计算能力,管理控制的功能需要各种软件来完成。另一方面,在调度控制中心,各种软件系统、各种计算结果需要通过显示控制系统展示给调度控制人员,从而实现受控空间感知。

(2) 显示控制系统要对调度控制中心内部的大量视音频信息和计算机信息进行管理、存储、加工处理、切换并转发。实现显示控

制系统这些功能所需要的技术，含于“信息管理确认与分发”技术领域。

(3) 显示控制系统不仅接收来自各地的信息，而且要将各种信息（包括控制信号）传送到任何需要的地方，因此显示控制系统也是“无缝通信”的一个环节或组成部分。

(4) 显示控制系统作为调度控制中心内的人机界面，支持“决策”的全过程，它的功能就是指挥中心向调度控制人员提供的信息处理功能的集中体现。通过显示控制系统可实现受控空间的可视化，并可实现决策级的信息融合。

1.4 显示控制系统在指挥控制过程中的作用

显示控制系统在指挥控制过程中的主要作用是：集成设备和系统，实现受控空间可视化，支持决策过程，进行信息管理分发。

图 1-2 所示是显示控制系统的一个简化示意图。图中表示了显示控制系统对系统与设备的集成，这种集成以及与其他应用系统的互连是在 3 个层次上实现的。

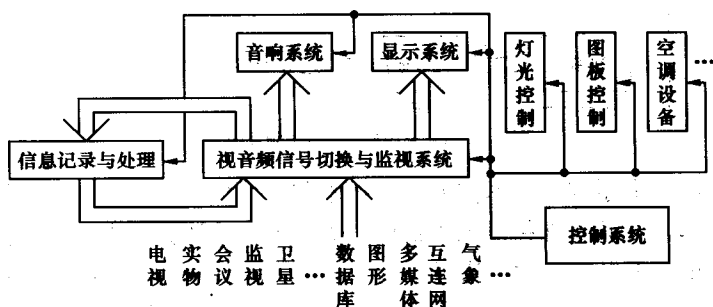


图 1-2 显示控制系统连接示意图

(1) 设备的集成，它实现设备之间的互连互通。

(2) 信息的集成，各类不同的信息源得到统一的管理、组织和

调度。

(3) 操作的集成,可以在同一控制台上采用人工或自动方式操作各个系统设备。系统也可以在必要时接受其他系统的控制。

通过显示控制系统,调度控制人员能够掌握现场态势的来龙去脉,能够预测各种可选择的未来态势,能够控制态势的发展进程,掌握行动的主动权、控制权。

1.5 对显示控制系统性能的一般性要求

根据有关的国家和行业标准规定的要求,对显示控制系统的性能有6方面的要求:可靠性要求、维修性要求、人机工程方面要求、环境适应性要求、抗毁性要求和标准化要求。具体有如下内容:

(1) 可靠性要求

① 应进行系统的可靠性设计。

② 确定显示控制系统设备的可靠性指标,包括系统正常使用年限和系统任务持续时间。

③ 关键部位应尽量采用冗余设计。

④ 系统中功能相似的部位和部件应能相互替代。

⑤ 软件故障或误操作不应导致系统瘫痪。

(2) 维修性要求

系统中的设备、元器件、线缆和接插件应优先采用符合国家标准、行业专业标准的标准件和通用件,并应符合下列要求:

① 系统设备应便于维修和更换。

② 系统宜配备能监测系统设备工作状态的监测装置。

③ 系统应提供检验、检测手段,便于进行故障诊断。

④ 系统安装时应留有足够的操作维修空间,便于安装、拆卸和维修设备。

⑤ 在系统设计时应考虑减少备用件的品种和数量。

⑥ 系统建设中应对用户进行必要的操作维修技术培训。

(3) 人机工程方面要求

在设计和建设中,要充分运用人机工程学的设计准则和原理,做到人机界面友好,并且应符合下列要求:

- ① 采用交互方式,操作简便快捷、易学易用。
- ② 应面向用户,格调一致并与设备无关。
- ③ 宜提供状态提示、反馈功能,可将必要的系统状况向用户提示。
- ④ 操作应安全可靠,系统应具有相应的保护措施。
- ⑤ 交互响应必须迅速及时,在设计中应确定交互响应时间(从操作者向系统发出操作命令开始,到系统对该动作作出首次反应)。

(4) 环境适应性要求

环境适应性要求主要有如下几点:

- ① 系统的设计安装应充分考虑技术要求和环境的影响,采取相应措施,使之具有较高的环境适应性。
- ② 设备的使用、维护、运输和储存通常不应超过规定的极限条件。
- ③ 应尽量提供有利于发挥设备效能和延长设备使用寿命的环境条件。
- ④ 人机工作环境应充分考虑操作者对操作空间的要求以及操作者的身心健康。

(5) 抗毁性要求

抗毁性要求主要有以下几点:

- ① 应对系统进行必要的风险分析,提出生存防护和保障设施要求,制定应急保障方案。
- ② 尽量采取冗余、容错和备用等措施,使系统能进行重组。
- ③ 应具备自动和人工两种操作模式。

(6) 标准化要求

- ① 显示控制系统的设计、研制应严格执行现行有效的国家有关标准和行业标准及专业标准,贯彻“通用化、系列化和组合化”